

SVEUČILIŠTE J. J. STROSSMAYERA U OSIJEKU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Pero Grgić

Sveučilišni diplomski studij

Smjer: povrćarstvo i cvjećarstvo

UTJECAJ POLJOPRIVREDNIH AKTIVNOSTI NA OKOLIŠ

Diplomski rad

Osijek, 2014. g.

SVEUČILIŠTE J. J. STROSSMAYERA U OSIJEKU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Pero Grgić

Sveučilišni diplomski studij

Smjer: povrćarstvo i cvjećarstvo

UTJECAJ POLJOPRIVREDNIH AKTIVNOSTI NA OKOLIŠ

Diplomski rad

Povjerenstvo za obranu diplomskog rada:

Predsjednik: prof. dr. sc. Jasna Šoštarić

Voditelj: dr. sc. Monika Marković

Član: Vladimir Zebec, dipl. ing. agr.

## SADRŽAJ

1.	UVOD	1
2.	UTJECAJ POLJOPRIVREDNIH AKTIVNOSTI NA TLO	3
2.1.	Štetne tvari u tlu	5
2.2.	Utjecaj mehaničke obrade tla	8
2.3.	Utjecaj gnojidbe na tlo	9
2.4.	Utjecaj kemijskih sredstava na tlo	12
2.5.	Utjecaj navodnjavanja na tlo	13
2.6.	Opasnost od zaslanjivanja	15
2.7.	Zakiseljavanje tla	16
3.	UTJECAJ POLJOPRIVREDNIH AKTIVNOSTI NA STANJE VODA	17
3.1.	Nitratna direktiva	19
3.2.	Sprječavanje onečišćenja voda nitratima iz stajskoga gnoja	21
3.3.	Onečišćenje vodotokova otpadnim vodama iz silosa i silaže	25
3.4.	Onečišćenje gorivima i mazivima iz poljoprivrede	27
4.	UTJECAJ POLJOPRIVREDNIH AKTIVNOSTI NA KVALITETU ZRAKA	29
4.1.	Ispuštanje amonijaka	33
4.2.	Zagađenje dimom	34
4.3.	Staklenički plinovi	35
5.	ZAKLJUČAK	38
6.	LITERATURA	39
7.	SAŽETAK	42
8.	SUMMARY	43
9.	PRILOZI	44
9.1.	Popis slika	44
9.2.	Popis grafikona	45

## 1. UVOD

Poljodjelstvo je kao gospodarska grana važan činilac ukupnog razvoja pojedinih zemalja i regija, ali i utjecaja na stanje okoliša. Poljodjelstvo u Hrvatskoj, kao i u drugim zemljama može negativno utjecati na stanje okoliša. Loše stanje okoliša je posljedica neracionalnog pristupa obradi tla, odnosno rezultat nestručne primjene različitih agrotehničkih postupaka., masovne i nekontrolirane uporabe raznih kemijskih sredstava (herbicida, fungicida, ....) i umjetnih gnojiva. Poseban je problem prisustvo pesticida u tlu, u biljkama, čime se narušava mikrobiološka ravnoteža i aktivnost tla, te smanjuje prinos kultura koje se uzgajaju narednih godina. To je naročito izraženo kod primjene perzistentnih herbicida, kojima se na velikim poljoprivrednim površinama znatno može smanjiti prinos pšenice, šećerne repe i drugih kultura, ako se sije poslije kukuruza na površinama tretiranim tim preparatima. Onečišćenje je svaka kvalitativna i kvantitativna promjena fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava okoliša, tj. zraka, vode, tla, hrane, nastala unošenjem u okoliš kemijskih ili fizikalnih čimbenika koji na bilo koji način ugrožavaju ekosustave i njihovu dinamiku (Fanuko, 2005.).

Poljoprivreda snažno utječe na okoliš u smislu potencijalnih onečišćenja tla i voda, te doprinosi globalnom zagrijavanju zbog emisije stakleničkih plinova. Globalno gledajući, zbog rastućih potreba za proizvodnjom hrane, šire se poljoprivredne površine, intenzivira proizvodnja, povećava se uporaba sredstava za zaštitu, a sve to neizbježno dovodi do povećanog opterećenja okoliša (Voća, 2012.).

Utjecaj poljoprivrede na onečišćenje tla i voda ima direktni i indirektni utjecaj na tehnološka, proizvodna, tržišna, ekološko-istraživačka područja i to u smislu proizvodnje zdravstveno ispravne hrane, održivog gospodarenja, zaštite tla, te površinskih i podzemnih voda. Većina mjera koje se primjenjuju u poljoprivredi štetno djeluje na kvalitetu i količinu raspoložive vode. Tu u prvom redu ubrajamo gnojidbu mineralnim i organskim gnojivima, te primjenu zaštitnih sredstava (pesticida).

Poljoprivreda se svrstava prvenstveno u difuzne izvore onečišćenja tla i voda. Prema podacima Ujedinjenih naroda, odnosno Ekonomske komisije za Europu (UN/ECE, 1993.) najčešća onečišćenja voda u poljoprivrednoj proizvodnji događaju se uslijed prekomjerne i nestručne uporabe dušičnih i fosfornih gnojiva, zatim pesticida i teških metala (Petošić i sur., 2011.).

Onečišćenje okoliša uvjetovano poljoprivrednim aktivnostima danas je tema koja zaokuplja brojne znanstvenike, ali i širu javnost, posebice u područjima gdje se javljaju problemi porasta koncentracije nitrata, fosfata, ostataka pesticida, te drugih onečišćujućih tvari u vodi za piće, u tlu, a često se postavlja i pitanje kakvoće pojedinih poljoprivrednih proizvoda.

U ravničarskim područjima u kojima se provodi intenzivna ratarska proizvodnja svakako postoji i značajno onečišćenje kopnenih ekosustava, što je uvjetovano većom količinom primijenjenih agrokemikalija, a u nekim slučajevima i organskih gnojiva, pri čemu je pitanje dušika često na prvome mjestu. Na reljefno povišenijim i nagnutim terenima nalaze se vinogradi i voćnjaci, ali i oranice, a uz onečišćenje uvjetovano primjenom agrokemikalija, javlja se i erozija različitog intenziteta, koja dodatno utječe na odnošenje čestica tla, te na onečišćenje površinskih vodotoka. Različiti tipovi tala, kao i količina i raspodjela oborina u pojedinim dijelovima Hrvatske, dodatno pridonose utjecaju poljoprivrednih aktivnosti na stanje i kakvoću okoliša (Antolović i Mesić, 2005.).

Izvješće UN-a iz 2010., izrađeno povodom Svjetskog dana zaštite okoliša, navodi da poljoprivreda štetno djeluje na okoliš, u istom intenzitetu kao i uporaba fosilnih goriva.

Uzgoj stoke, te pripreme područja za izgradnju farmi uzrokuju ispuštanje visokih emisija stakleničkih plinova u atmosferu, a primjena gnojiva i zaštitnih sredstava u biljnoj proizvodnji među najvećim su uzrocima onečišćenja voda.

Prijenosom pravne stečevine EU u nacionalno zakonodavstvo na području okoliša, Republika Hrvatska preuzela je obvezu ispunjavanja standarda zaštite okoliša sustavom izdavanja dozvola za sva postrojenja na koja se primjenjuje Direktiva 96/61/EC o integriranom sprječavanju i kontroli onečišćenja (IPPC Direktiva), uključivo i objekte i postrojenja za proizvodnju hrane, te intenzivan uzgoj peradi i svinja. Dozvolom se omogućuje rad postrojenja i određuju uvjeti pod kojima se rad može obavljati uz najmanji negativni utjecaj na okoliš ispuštanjem onečišćujućih tvari.

## **2. UTJECAJ POLJOPRIVREDNIH AKTIVNOSTI NA TLO**

Tlo je uvjetno obnovljiv prirodni resurs, jer potpuno uništeno tlo nije apsolutno neobnovljivo, ali ga je nemoguće obnoviti u jednoj generaciji.

Od tla očekujemo:

- da bude siguran filter za gnojiva, herbicide, insekticide i fungicide, tako da onemogući dospijevanje štetnih tvari u vodu za piće,
- da zadrži, veže i po mogućnosti razgradi štetne tvari koje s oborinama, prašinom ili aerosolom dospijevaju na/u tlo,
- da omogući ekološko kruženje biogenih elemenata,
- da u okviru zaštite prirode omogući nesmetan razvitak i trajni opstanak određenih biljnih vrsta i zajednica,
- da bude siguran temelj za gradnju kuća, cesta, prometnica... (Šoštarić i Marković, 2011.).

Na stanje i kakvoću tla utječe:

- poljoprivreda,
- erozija tla,
- smanjivanje tla uslijed izgradnje prometnica i objekata,
- demografska ekspanzija i urbanizacija,
- industrija,
- rudarstvo,
- dezertifikacija.

Tlo u poljoprivredi ima važnu proizvodnu funkciju i kao „neobnovljiva“ vrijednost iziskuje posebnu pažnju tijekom korištenja i maksimalnu brigu o plodnosti, strukturi, eroziji i onečišćenju tla prema dolje navedenim preporukama.

Očuvanju biološke aktivnosti tla pristupamo:

- pravilnim izborom, načinom i vremenom primjene sredstava za zaštitu bilja,
- izbjegavanjem primjene gnojovke i gnojnice na mokrom i slabo propusnom tlu,
- primjenom organskih gnojiva, komposta ili zreloga stajskog gnoja,

- plodoredom u koji je uključena trava redovitim zaoravanjem žetvenih ostataka, a ne spaljivanjem,
- plitkom kultivacijom tla umjesto oranjem,
- sjetvom postrnih usjeva i pokrovnih usjeva zimi.

Miješanje gornjih slojeva dubokim oranjem tla s donjim slojevima osiromašuje gornji sloj tla organskom tvari, te se za očuvanje organske tvari preporuča sljedeće:

- izbjegavanje nepotrebne obrade tla i dubokog oranja,
- gnojidba stajskim gnojem,
- zaoravanje žetvenih ostataka, a ne spaljivanje,
- uvođenje u plodored međuusjeva za zelenu gnojidbu.

Reakcija tla važan je pokazatelj o stanju tla i njegovoj kvaliteti, te se u svrhu očuvanja povoljne pH reakcije predlaže sljedeće:

- analiza tla (pH),
- odabir kultura koje se mogu uzgajati na kiselom tlu,
- obavljanje kalcizacije prije uzgoja poljoprivrednih kultura, te češćom kalcizacijom s manjim količinama materijala za kalcizaciju.

U procesu očuvanja tla preporuča se racionalno postupanje s hranivima u tlu:

- analizom tla svake pete godine utvrđuje se stanje hraniva,
- pravilnom primjenom gnojiva nadoknađuju se nedostaci i ispravlja neuravnoteženost u ishrani bilja,
- gnojdbom prilagođenom potrebama usjeva,
- pridržavanjem plana gnojidbe.

Struktura tla je način nakupljanja mehaničkih elemenata u strukturne agregate i njihov odnos s porama tla. U tlu su najpoželjniji agregati mrvičaste do graškaste strukture veličine od 0,5 do 10,0 mm. Stabilnost strukturnih agregata odražava se na postojanost pora u tlu, gdje se zadržavaju voda i zrak. Stoga je vrlo važno održavati povoljnu strukturu tla sljedećim mjerama:

- primjerenom obradom kad je prijeko potrebna,

- brigom o ilovastim i glinastim tlima,
- brigom o uvjetima na terenu,
- izbjegavanjem uporabe teške poljoprivredne mehanizacije na prevlažnim tlima,
- mijenjanjem i prilagođavanjem dubine oranja potrebama poljoprivrednih kultura,
- ne dopuštanjem ispaše na prevlažnim tlima,
- podrivanjem,
- zasijavanjem travnjaka,
- ostavljanjem tla neko vrijeme na ugaru.

## **2.1. Štetne tvari u tlu**

Najčešće štetne tvari u tlu teški su metali, nitrati, fosfati, i onečišćenja koja u tlo ulaze primjenom sredstava za zaštitu bilja. Tlo se može onečistiti kroz dulje razdoblje s manjom količinom štetnih tvari, nekontroliranim prskanjem ili iznenadnim izlijevanjem otpada u nekontroliranom opsegu i količinama.

Onečišćena tla mogu se odvesti na dopuštene deponije i na njih navesti novi, čisti materijal ili tlu naći drugu namjenu, analizirajući donošenje odluka za svaki slučaj posebno. Onečišćenom tlu umanjena je plodnost što rezultira manjim prinosom, te lošijom kvalitetom usjeva.

Organska onečišćenja, sredstva za zaštitu bilja ili industrijska otapala, razlažu se u većem ili manjem stupnju mikroorganizama iz tla, a anorganske tvari dugo ostaju u tlu. Tla mogu biti onečišćena taloženjima iz zraka i primjenom stajskoga gnoja, te industrijskog i tehnološkog otpada. Gnojovka onečišćena kiselinama, lužinama i drugim tehnološkim otpadnim vodama iz izmuzišta s farmi, ne može se primijeniti na tlima. Takav oblik onečišćenja tla uzrokuje ozbiljne promjene na usjevima, što negativno utječe na ljudsko i životinjsko zdravlje. Primjena dobre poljoprivredne prakse spriječiti će postupke kojima se onečišćuje tlo. U slučaju onečišćenja tla potrebno je poduzeti neke od sljedećih mjera (Katalinić i sur., 2009.):

- provesti analizu tla,
- utvrditi uzrok i razmjere onečišćenja,
- osigurati odvoženje onečišćenoga tla na dopušteni deponij,
- osigurati navoženje novoga čistog tla,
- naći druge namjene,
- uvesti kontinuirano motrenje.



Stanje kvalitete poljoprivrednih tala kontinuirano se pogoršava radi neodgovarajućih biljno-uzgojnih mjera, te zahvata gnojidbe i obrade tla. Zaštita poljoprivrednog tla od onečišćenja štetnim tvarima prvi put je definirana još 1992. (N.N. 15/92), a dorađena je novim Pravilnikom o zaštiti poljoprivrednog tla od onečišćenja (N.N. 32/10). Ovaj pravilnik određuje tvari koje se smatraju onečišćivačima poljoprivrednog tla, njihove dozvoljene granične vrijednosti u tlu, te mjere za sprječavanje onečišćivača tla i kontrolu onečišćivača tla. Cilj pravilnika je poljoprivredno tlo zaštititi od degradacije i održati u stanju koje ga čini povoljnim staništem za proizvodnju. Zaštita poljoprivrednog tla od onečišćenja provodi se zabranom, ograničavanjem i sprječavanjem unošenja onečišćivača tvari u tlo, kao i poduzimanjem drugih mjera za očuvanje poljoprivrednog tla.



Slika 1. i 2. Oranjem u izrazito vlažnim i suhim uvjetima narušava se struktura tla (Znaor i Karoglan-Todorović, 2011.).

Poljoprivreda ima velik utjecaj na stanje tla. Primjena agrotehničkih mjera, posebice korištenje poljoprivrednih inputa može uzrokovati onečišćenje tla, njegovu kemijsku i biološku degradaciju, te oštećenje erozijom. Većina službenih izvješća ukazuju kako su hrvatska poljoprivredna tla vrlo očuvana, među najboljima u Europi. No ove izjave treba uzeti s rezervom. Podatci o onečišćenju tala sredstvima za zaštitu bilja (pesticidima) i teškim metalima su rijetki i obično je riječ o istraživanjima na određenim lokalitetima, a ne procjenama na razini Hrvatske. Vjeruje se kako su onečišćenja tla teškim metalima, polikloriranim bifenilima i petrokemikalijama prvenstveno lokalnoga karaktera.

Osim atmosferskim onečišćenjem (industrija i promet), do unosa teških metala u poljoprivredna tla dolazi i korištenjem mineralnih gnojiva (kadmij) i sredstava za zaštitu bilja

(bakar). Sustavna istraživanja koncentracije teških metala u poljoprivrednom tlu provedena su jedino u Zagrebačkoj županiji. Na 13% istraživanih lokacija ove županije prekoračena je maksimalno dozvoljena koncentracija za teške metale u tlu, dok ih 61% ne može zadovoljiti maksimalno dozvoljenu koncentraciju (Znaor i Karoglan-Todorović, 2011.).

Do zakiseljavanja tla, osim kiselim kišama, dolazi i dugotrajnom upotrebom mineralnih gnojiva. Hrvatska bi za neutralizaciju zakiseljavanja koje uzrokuju mineralna gnojiva godišnje trebala oko 110 000 tona CaO-eq, no troši svega desetak tisuća tona.

Stoga ne iznenađuje da je prosječna kiselost najplodnijih hrvatskih tala, onih istočne Slavonije, svega 5,6 pH, što je izuzetno nisko i znatno je ispod optimalne vrijednosti za neke poljoprivredne kulture (Znaor i Karoglan-Todorović, 2011.). Kiselosti tla doprinosi i razmjerno nizak sadržaj organske tvari tla. Organska tvar je temelj plodnosti svakog tla. Izvor je mikroorganizama, opskrbljuje biljke hranjivima i tvarima koje povećavaju otpornost na biljne bolesti i štetnike, povećava kapacitet tla za vodu i zrak; stvara mrvičastu strukturu, olakšava obradu, i dr.

U svijetlu sve učestalijih suša u Hrvatskoj, te rasta pedološke suše (manjka korisne vode u tlu), prisustvo organske tvari u tlu je od još većeg značenja. Nažalost, prosječan sadržaj organske tvari najplodnijih hrvatskih poljoprivrednih tala, onih istočne Slavonije, iznosi svega 1,9%. Zbog neracionalnog gospodarenja, u posljednjih pedesetak godina, sadržaj organske tvari hrvatskih poljoprivrednih tala je u stalnom opadanju. Procjenjuje se da je izgubljeno 50-70% ishodišne organske tvari tla (Znaor i Karoglan-Todorović, 2011.).



Slika 3. Kiselost tla (Znaor i Karoglan-Todorović, 2011.).



Slika 4. Onečišćujuće tvari u tlu (Znaor i Karoglan-Todorović, 2011.).

Onečišćujuće tvari u tlu su teški metali i potencijalno toksični elementi (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb i Zn), onečišćujuće tvari (pesticidi, industrijske kemikalije, nusproizvodi izgaranja i industrijskih procesa), radionuklidi i patogeni organizmi. Teški metali dospijevaju u tlo suhim i mokrim atmosferskim depozicijama iz industrije i prometa, no nije zanemariv njihov unos u tlo primjenom mineralnih gnojiva (kadmij) i sredstava za zaštitu bilja (bakar). Onečišćujućim tvarima smatraju se i tvari poput pesticida i herbicida koje dospijevaju na i u poljoprivredno tlo, ali neadekvatno primijenjene (količine, vrijeme primjene, uvjeti u tlu i drugo), mogu prouzročiti štete po okoliš i /ili zdravlje ljudi.

## **2.2. Utjecaj mehaničke obrade na tlo**

Primjena mehanizacije u poljoprivrednoj proizvodnji ima negativne posljedice u pogledu zbijanja tla (do 60 cm) čime se smanjuje poroznost tla. Nadalje, homogenizira se gornji sloj i narušava struktura tla uslijed čega se smanjuje stabilnost strukturnih agregata. U prirodnim se tlima u gornjih 10 cm tla nalazi 70-90% organske tvari, u preoranim tlima, u tome sloju preostaje < 20%, a u dubini 15-25 cm, nalazi se 60% ukupne organske tvari u tlu (Đikić i sur., 2001.).

Svake godine pri osnovnoj pripremi i obradi tla za sjetvu, kultiviranju, okopavanju, zaoravanju i dr., oranični sloj obradivoga tla izložen je djelovanju strojeva i oruđa. Zbog kratkih agrotehničkih rokova tlo se često obrađuje, ili u previše suhome, ili previše vlažnome stanju, čime se još više povećava nepovoljno djelovanje poljoprivrednih strojeva na strukturu tla. Svaka obrada, više ili manje nepovoljno utječe na strukturu tla. Intenzivna biljna proizvodnja podrazumijeva češću upotrebu poljoprivredne mehanizacije. Do sabijanja tla pri

upotrebi mehanizacije dolazi uslijed pritiska kotača na tlu. Kretanje pogonskih kotača narušava strukturne agregate i istovremeno dolazi do sabijanja tla. Posebice je opasno uobičajeno oranje traktorom pri čemu se kotači kreću po dnu otvorene brazde, gdje tlo uslijed djelovanja većeg sadržaja vlage i nižeg sadržaja organskih tvari podložnije sabijanju nego na površini (Sekulić i sur., 2003.).

### **2.3. Utjecaj gnojidbe na tlo**

U suvremenoj poljoprivrednoj proizvodnji u tlo se unose mineralna gnojiva, odnosno soli kalija, nitrati i fosfati. Biljke iskoriste jedva polovicu upotrijebljene količine mineralnih gnojiva, pa se ostatak s procijednom vodom ispire u podzemne vode.

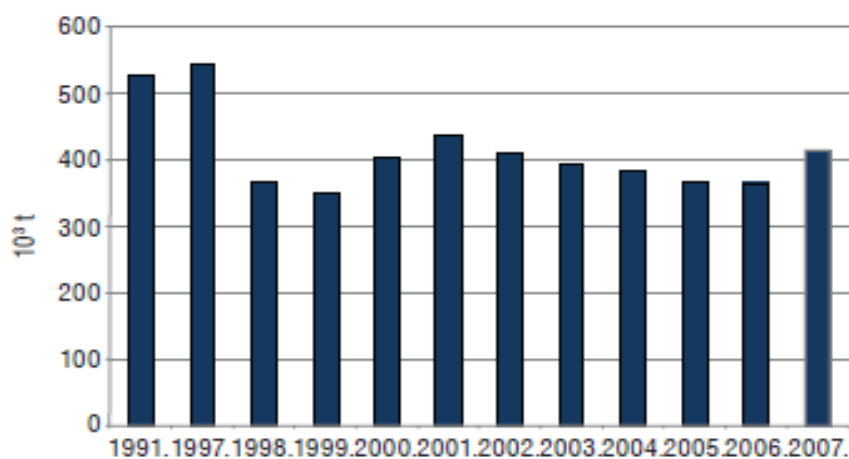
Naročito intenzivno ispiru se nitrati, koji se slabo ili nikako ne vežu na čestice tla. Organska gnojiva poput stajskog gnoja i gnojnice također ne djeluju uvijek povoljno. Gnoj od svinja često sadržava veće količine bakra, a goveđe gnojivo djeluje na gliste otrovno (Đikić i sur., 2001.). Isto tako stajsko gnojivo može pogodovati i razvoju gljivičnih bolesti biljaka. Nasuprot tomu zelena gnojidba i zaoravanje biljnih ostataka mogu djelovati povoljno na održivost tla pri čemu je kompost najpovoljniji za obnavljanje plodnosti tla.

#### **Mineralna gnojiva**

Mineralna gnojiva imaju širok spektar djelovanja na životnu sredinu. Utječu pozitivno i negativno na osobine tla, zraka i vode, isto tako i na reakciju, strukturu i biogenost tla, te doprinose nakupljanju štetnih tvari u tlu i biljkama. Potiču eutrofikaciju površinskih voda i onečišćuju podzemne vode. Mineralna gnojiva utječu na sastav zraka, doprinose povećanju sadržaja štetnih tvari u zraku i oštećenja ozonskog omotača, utječu na pH vrijednost tla, povećavaju sadržaj elektrolita i topivih soli u tlu (Sekulić i sur., 2003.).

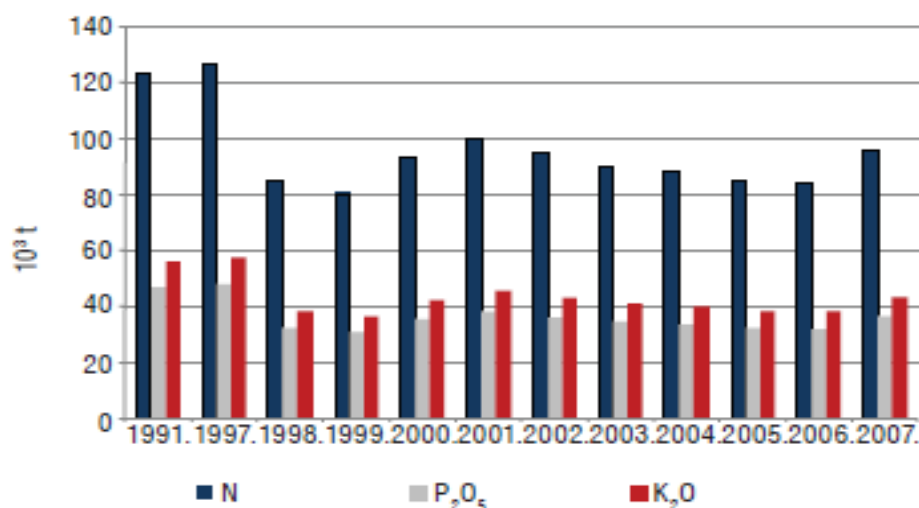
Potrošnja mineralnih gnojiva u RH u prosjeku iznosi oko 400 000 t godišnje, 180 kg/ha poljoprivredne površine (grafikon 1.). Riječ je o vrlo visokoj potrošnji po jedinici površine. Ispred RH nalaze se jedino Belgijsko-Luxemburška ekonomska unija s oko 190 kg/ha i Slovenija 185 kg/ha, dok Nizozemska ima sličnu potrošnju kao i RH (AZO, 2005.). Najveća potrošnja mineralnih gnojiva je na području Osječko-baranjske županije koje je područje intenzivne poljoprivrede. Kako je vidljivo iz grafikona 1. zamjetan je pad potrošnje mineralnih gnojiva u razdoblju od 1991. do 2007. g. Razlog tomu je između ostaloga smanjen intenzitet poljoprivredne proizvodnje nakon raspada bivših poljoprivredno industrijskih kombinata (PIK-ova). Prema podacima iz statističkoga ljetopisa Republike Hrvatske (2013.)

prisutan je daljnji trend opadanja ukupne potrošnje mineralnih gnojiva. U prosjeku ukupna potrošnja mineralnih gnojiva u navedenom razdoblju iznosila je 372 255 t. Najveća potrošnja zabilježena je 2008. g. (401 164 t) dok je najmanja potrošnja bila 2011. g. (278 872 t).



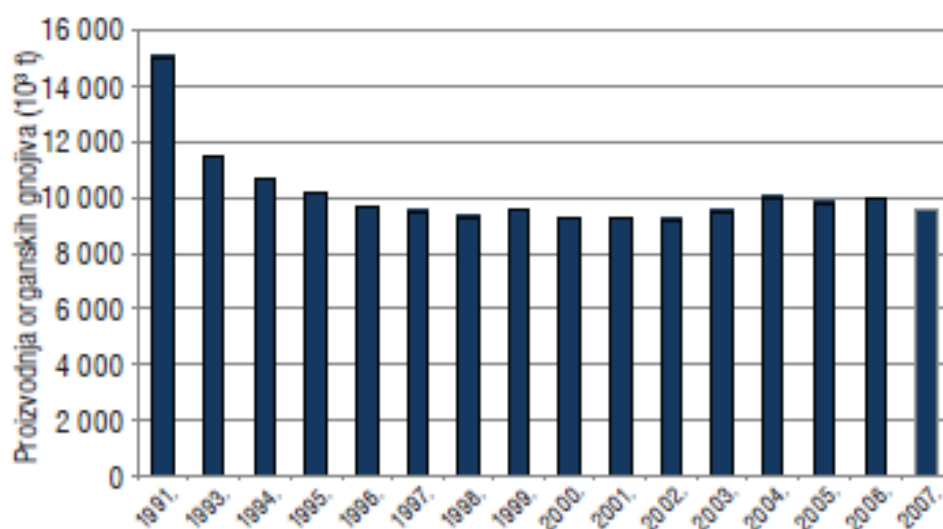
Grafikon 1. Potrošnja mineralnih gnojiva (Voća, 2012.).

Za praćenje potrošnje mineralnih gnojiva koriste se indikatori potrošnje kojima se prati trend potrošnje dušičnih i fosfornih mineralnih gnojiva. Dobiveni podatci su od velike važnosti jer osim što govore o ukupnoj potrošnji gnojiva, te prema kulturi izraženo po godini i kilograma po hektaru indikatori daju vrijedne podatke za izračun bilance hraniva, ispiranje nitrata te drugih onečišćenja. Prema količini aktivne tvari mineralnih gnojiva na prvome je mjestu dušik, a potom slijede kalij i fosfor (grafikon 2.). Prema podacima objavljenim u statističkom ljetopisu Republike Hrvatske u razdoblju od 2008. g. do 2013. g. zamijećen je pad količine upotrijebljenih dušičnih gnojiva (2008. = 73 810 t; 2013. = 55 853 t). dok je primjena fosfornih (2008. = 388 t; 2013. = 5 983) i kalijevih gnojiva u porastu (2008. = 3 062 t; 2013. = 9 713 t). Prema podacima iz baze Corine Land Cover, količina aktivne tvari mineralnih gnojiva po jedinici poljoprivredne površine za dušik iznosi 42 kg/ha, za fosfor 16 kg/ha, a za kalij 16 kg/ha. Kako je navedeno u Poljoprivredno okolišnim indikatorima RH (AZO, 2005.) obzirom na količine utrošenih mineralnih gnojiva procjenjuje se da je opasnost od onečišćenja okoliša mala. U razdoblju od 2008. do 2013. g. količina aktivne tvari dušika (2008. = 37 638; 2013. = 22 836), fosfora (2008. = 23 557; 2013. = 9 294) i kalija je u opadanju (2008. = 33 434; 2013. = 12 704).



Grafikon 2. Potrošnja aktivnih tvari mineralnih gnojiva (Voća, 2012.).

Potrošnja organskih gnojiva ovisi o broju stoke koji se uzgaja u RH, a time se mijenja i količina proizvedenih organskih gnojiva, tako da ona iznosi oko 10 milijuna t organskih gnojiva godišnje (grafikon 3.). Prema podacima iz Izvješća o stanju okoliša Republike Hrvatske (AZO, 2007.) jednako kao i kod primjene mineralnih gnojiva zamijećen je pad potrošnje organskih gnojiva u poratnom razdoblju za jednu trećinu. Procijenjena potrošnja organskih gnojiva iz 2007. g. je 65 000 t/ha dušika i 33 000 t/ha fosfora na godinu.



Grafikon 3. Proizvodnja organskih gnojiva (Voća, 2012.).



## **Dušična gnojiva**

Od svih kemijskih sredstava u poljoprivredi najviše se koriste mineralna gnojiva, osobito dušična gnojiva. Na tlu gdje se intenzivno gnoje povrćarske kulture, godišnje se ispire od 100 do 300kg dušika po hektaru. Nakupljanje nitrata u prirodi, osim što izaziva ekološke probleme, direktno ugrožava zdravlje ljudi i životinja. Toksičnost nitrata relativno je mala. Letalna količina nitrata za odraslog čovjeka od 60 kg kreće se u granicama od 4,8 do 200g, toksična od 2 do 5 g, a tolerantna od 0,4 do 1 g. Nitrati koji dopijevaju u čovjekov organizam, najvećim dijelom oko 70% potječu iz povrća, a oko 20% iz pitke vode, ako ona sadrži do 10 mg  $\text{NO}_3^-$ . Nitrat ne predstavlja veću opasnost na zdravlje čovjeka, već je to nitrit koji nastaje njegovom redukcijom.

Toksičnost nitrita je puno veća, letalne količine nitrita za odraslog čovjeka od 60 kg kreću se u granicama od 2,7 do 15 g, toksične od 0,06 do 1,3 g, a tolerantne od 8 do 32 mg. Veća koncentracija nitrita djeluje toksično i na biljke. Izazivaju klorozu kod biljaka, mogu smanjiti prinos, a u ekstremnim slučajevima mogu dovesti do potpunog uništenja usjeva. U anaerobnim uvjetima kada denitrifikacijom nastaju dušični oksidi u prisustvu fenola nastaju toksični nitrofenoli. Do nakupljanja nitrita i nitrofenola u tlu dolazi u proljeće osobito na kiselim tlima, poslije primjene dušičnih gnojiva, posebice ako je vrijeme vlažno i hladno i ako voda leži na tlu.

## **Fosforna gnojiva**

Prekomjerna primjena fosfornih gnojiva također utječe na okoliš. Pojava visokog sadržaja lakopristupačnog fosfora u tlu, kao posljedica uporabe visokih doza gnojiva u dužem vremenskom razdoblju ili gnojidba na zalihu pri zasnivanju višegodišnjih nasada dovodi do poremećaja u mineralnoj ishrani biljaka. Fosforna gnojiva utječu na pH vrijednost tla, a to može imati i pozitivne i negativne posljedice. Zakiseljavanje doprinosi mobilizaciji nekih neophodnih elemenata, posebice mikroelemenata, a povećanje pH vrijednosti smanjuje nepovoljno djelovanje kisele sredine na biljke (Sekulić i sur., 2003.).

### **2.4. Utjecaj kemijskih sredstava na tlo**

Približno 90% od ukupno primijenjene količine pesticida koristi se u poljoprivredi, u biljnoj proizvodnji. Stoga postoji velika opasnost od njihovog ulaženja u lanac ishrane. Glavni putevi ulaska pesticida u lanac ishrane je preko biljaka putem korijenovog sistema i nadzemnih dijelova biljaka. Pesticidi utječu i na mikroorganizme tla i time na njegovu biogenost. S

ekološkog i agrotehničkog gledišta značajno je poznavanje interakcije pesticida i tla. Pesticidi nepovoljno utječu na žive organizme, ljude, životinje i živi svijet (Sekulić i sur., 2003.).

Obilnom gnojdbom i tretiranjem kultura insekticidima, fungicidima, herbicidima i ostalim biocidima, odnosno tvarima koje ubijaju žive organizme, poljoprivreda uklanja neželjene vrste korova, štetnika i nametnika, no ubija i ostale organizme poput korisnih kukaca, ptica, gmazova, vodozemaca i sisavaca koji žive u blizini usjeva. Loš je primjer kalifornijskih voćara koji su potpuno istrijebili sve kukce u svojim voćnjacima i one štetne za voćke i one korisne oprašivače bez kojih se voćke ne mogu oploditi. Tu prevažnu funkciju sada obavlja čovjek umjetnim putem posebnim pištoljima za oprašivanje (Fanuko, 2005.).

U RH je 2008. g. bilo registrirano 716 različitih pripravaka sredstava za zaštitu bilja na bazi 322 aktivne tvari. Prema aktivnim tvarima, najzastupljeniji su fungicidi (40,4% ili 130 aktivnih tvari), zatim herbicidi (32,9% ili 106 aktivnih tvari), te insekticidi (15,2% ili 49 aktivnih tvari), dok je udio ostalih sredstava za zaštitu bilja, primjerice akaricida, rodenticida, regulatora rasta i dr. bio 11,5% ili 37 aktivnih tvari. Procjenjuje se da godišnja količina pesticidnih pripravaka na domaćem tržištu iznosi oko 7 500 t. U RH i dalje nije moguće utvrditi točnu količinu sredstava za zaštitu bilja u potrošnji. Razlog tome je nepotpuna evidencija uvezenih količina, pri čemu su podatci koje o uvozu dostavljaju velike tvrtke precizni, dok podatci koje mali poljoprivredni proizvođači uvoze iz susjednih zemalja (zbog povoljnije cijene) nisu evidentirani (Voća, 2012.).

## **2.5. Utjecaj navodnjavanja na tlo**

Navodnjavanje je melioracijska mjera kojom se na određeno zemljište (poljoprivredno, parkovno) putem odgovarajućeg hidrotehničkog sustava dovodi voda i dodaje tlu radi postizanja stanja vlažnosti potrebnog za razvoj biljaka (Šimunić, 2013.). Navodnjavanjem se povećava sadržaj vode u tlu, mijenja se topivost i pristupačnost tvari, toplinski i zračni režim tla. Navedene promjene, mogu povoljno, ali i nepovoljno utjecati na fizikalna, kemijska i biološka svojstva tla na način da povećavaju ili smanjuju njegovu plodnost. Utjecaj navodnjavanja na tlo ovisi od brojnih činitelja:

- od količine i kvalitete vode za navodnjavanje,
- od načina i učestalosti navodnjavanja,
- odabranog sustava za navodnjavanje,



- dubine i kretanja razine podzemne vode.

Negativni učinci navodnjavanja mogu nastupiti uslijed nepoznavanja potrebe biljaka za vodom te ako se navodnjava vodom neodgovarajuće kakvoće. Navodnjavanjem većim obrocima nego što je to potrebno može se utjecati na povećano ispiranje hraniva iz obradivog horizonta, posebice dušika u dublje horizonte. Ispiranje dušika je čest problem u poljoprivrednoj praksi te je radi svoje važnosti i složenosti česta tema znanstveno-istraživačkih radova. Brojna istraživanja govore o utjecaju interakcije navodnjavanja te primijenjene količine dušičnoga gnojiva na urod i kakvoću pojedine kulture i količinu ispranih nitrata (Mailhol i sur., 2001.; Timmons i sur., 1981, Relay i sur., 2001.; Josipović i sur., 2011.; Marković i sur., 2011., 2013.; Sekulić i sur., 2003.; Šoštarić i sur., 2011.). Prema rezultatima istraživanja postoji značajna interakcija navodnjavanja i gnojidbe dušikom na količinu ispranih nitrata. Količina nitrata na pojedinim varijantama istraživanja prelazi maksimalno dozvoljenu koncentraciju (MDK) nitrata u vodi ( $50 \text{ mg NO}_3^-/\text{l}$ ). U prosjeku prekoračenja su prisutna prilikom gnojidbe sa većom količinom dušičnih gnojiva te povećanjem norme navodnjavanja. Kako bi se uspješno pratio ciklus hraniva te vodna bilanca u biljnoj proizvodnji koriste se lizimetarske stanice različitih izvedbi. Pomoću lizimetarskih stanica prati se evapotranspiracija biljaka te je na temelju količine procijedne vode moguće pratiti količinu ispranih iona. Brojna istraživanja govore o upotrebi lizimetara u istraživanjima kojima se prati količina ispranih nitrata (Bensa i sur., 2010.; Di i sur. 2002.; Jungić i sur., 2013.; Petošić i sur., 2011.). Nadalje, osim ispiranja hraniva uslijed prekomjerne količine vode može doći do ispiranja aktivnih tvari iz sredstava koja se koriste u zaštiti biljaka. Navedeno ukazuje na potrebu za cjelovitim pristupom prilikom određivanja potrebe za navodnjavanjem, te veličinom obroka i norme navodnjavanja. Iz toga razloga struka nalaže pravilno određivanje trenutka početka navodnjavanja, razine podzemne vodete kontinuirano praćenje vremenskih prilika (količina i raspored oborine).

Nestručnom ili nesavjesnom primjenom navodnjavanja može doći do zaslanjivanja, zamočvarivanja, narušavanja strukture tla. Problem zaslanjenosti javlja se kada je koncentracija soli u zoni korijena takva da smanjuje urode. Povećana koncentracija Na i K iona u vodi za navodnjavanje ima veliku važnost. Nadalje visoka koncentracija Na iona u odnosu na Mg i K ione može biti opasan za tlo i usjeve. Voda s povećanom koncentracijom Na iona neće biti štetna ako je koncentracija Mg i K iona visoka stoga se prilikom određivanja kvalitete vode za navodnjavanje obraća pažnja na: ukupnu koncentraciju soli, relativni odnos Na prema ostalim ionima, koncentraciju bora i dr. toksičnih elemenata, te je potrebno obratiti

pažnju na koncentraciju bikarbonata u odnosu prema koncentraciji Ca i Mg iona. Također je kod problematike zaslanjenosti potrebno navesti opasnost od povećanje koncentracije Na iona. Naime vode sa srednjim sadržajem Na iona mogu biti opasne za tla fine teksture i visoke sposobnosti zamjene kationa osobito u uvjetima slabog ispiranja bez prisutnosti  $\text{CaCO}_3$ . Vode sa visokom sadržajem Na iona mogu stvoriti štetnu koncentraciju zamjenjivog Na na većini tala te su općenito nepovoljne za navodnjavanje. Kao što je već prethodno spomenuto nepravilnim navodnjavanjem može doći do zamočvarivanja koje nastaje prilikom dodavanja količine vode (normom ili obrokom navodnjavanja) koja premašuje potrebe biljaka. U takovim uvjetima dolazi do narušavanja vodozračnih i toplinskih odnosa u tlu, ispiranja hraniva te narušavanja strukture. U pogledu narušavanja strukture najnepovoljniji način navodnjavanja je potapanje, prelijevanje i navodnjavanje brazdama.

Također, na velikim stočarskim farmama za navodnjavanje se često koriste otpadne vode, tekući stajski gnoj. Smatra se da koncentracija dušika u vodi za navodnjavanje ne bi smjela biti veća od 100 do 150mg/dm<sup>3</sup>, što znači da je potrebno tekući stajski gnoj prije uporabe razrijediti kvalitetnom vodom.

## **2.6. Opasnost od zaslanjivanja**

Do zaslanjivanja tla može doći pri navodnjavanju vodom sa većim sadržajem soli, prenošenjem soli vjetrom u priobalnom morskom području i prekomjernom primjenom mineralnih gnojiva. Opasnost od zaslanjivanja izrazito je prisutna u semiaridnim i aridnim područjima koje karakterizira mala količina padalina i veća koncentracija soli u vodi za navodnjavanje. Do zaslanjivanja tla može doći i u humidnim područjima od zaslanjenih podzemnih voda, slanih otpadnih voda, prekomjerne primjene mineralnih gnojiva i u uvjetima neregulirane drenaže. Na zaslanjivanje tla, osim kvalitete vode za navodnjavanje bitan utjecaj imaju i drugi činitelji kao što je stupanj podzemne vode, intenzitet, način i broj navodnjavanja i dr. Zaslanjena tla popravljaju se ispiranjem soli uz prethodno osiguranje vode dobre kvalitete i učinkovite drenaže (Sekulić i sur., 2003.).

Pojava zaslanjivanja tla može doći kao posljedica primjene navodnjavanja u biljnoj proizvodnji. Do toga dolazi dodavanjem većih količina vode nego što je to biljci potrebno i zaslanjenjem podzemne vode. Kapilarnim podizanjem zaslanjena podzemna voda dolazi do površinskoga dijela tla gdje je glavnina mase korijenovoga sustava. Nakon što biljka primi

takvu vodu u tlu ostaju soli. Do zaslanjivanja tla može doći i ako se za navodnjavanje koristi voda koja sadrži veće količine soli (Šoštarić i Marković, 2011.).

## **2.7. Zakiseljavanje tla**

Zakiseljavanje (acidifikacija) tla dolazi kao posljedica nepravilnoga djelovanja u biljnoj proizvodnji i kao posljedica industrije.

Uzroci su:

- uporaba fiziološki kiselih gnojiva koja imaju sve više aktivne tvari, a sve manje balasta koji je barem djelomice kompenzirao gubitak kalcija iz tla,
- primjena velikih doza gnojovke,
- povećano iznošenje baza u biološkoj masi sa prinosom,
- nestručna hidro i agromelioracija, na tlima s izvedenim agro i hidromelioracijama povećava se propusnost i ispiranje tla,
- kisele kiše su oborine koje su zagađene sumpor dioksidom ili dušik oksidom, amonijakom ili drugim kemijskim spojevima.

Acidifikacija se višestruko negativno odražava na fizikalne, kemijske i biološke značajke tla koje nepovoljno djeluju na plodnost tla (Šoštarić i Marković, 2011.).

### 3. UTJECAJ POLJOPRIVREDNIH AKTIVNOSTI NA STANJE VODA

Prema podacima Ujedinjenih naroda, odnosno Ekonomske komisije za Europu (UN/ECE, 1993.g.) najčešća onečišćenja voda u poljoprivrednoj proizvodnji događaju se uslijed prekomjerne i nestručne uporabe dušičnih i fosfornih gnojiva, potom pesticida i teških metala (Petošić i sur., 2011.).



Slika 5. Zagađenje vode (Znaor i Karoglan-Todorović, 2011.).

Poljoprivreda je naročito značajan onečišćivač voda. Ona vodu onečišćuje hranjivim tvarima, sredstvima za zaštitu bilja (pesticidima), mikroorganizama i genetski preinačenim organizmima. U nekim slučajevima poljoprivreda vodu onečišćuje i teškim metalima, uljima, gorivom, mazivima, te radioaktivnim tvarima. Poljoprivreda više negoli ijedna druga djelatnost vodu onečišćuje dušikom (nitratima), fosfatima i sredstvima za zaštitu bilja (pesticidima). U Europi poljoprivreda čini više od polovine sveukupnog pritiska dušika na vodne resurse. Kada je riječ o samo antropogenim izvorima dušika, udjel poljoprivrede u pritisku na vodne resurse još je veći, čak 63%. Također, poljoprivreda je najveći pojedinačni izvor pritiska fosforom, koji je uz dušik, glavni uzročnik eutrofikacije.

Oko 41% ukupnog, odnosno 45% antropogenog pritiska europskih vodnih resursa fosfatima potječe od poljoprivrede. Mineralna gnojiva vodu onečišćuju, prije svega, hranjivim tvarima: dušikom i fosforom. Hraniva koja se nalaze u mineralnim gnojivima lako su topiva u vodi. Procjeđivanjem vode u dublje slojeve tla, hranjive tvari se izravno unose u podzemnu vodu. Za razliku od kalija, naročito fosfora, koji imaju jaku tendenciju vezivanja na čestice tla, dušični spojevi (nitriti, nitrati i amonij), vrlo su mobilni u vodenoj otopini tla i lako završavaju u podzemnoj vodi. U površinske vode hranjive tvari dopijevaju površinskim otjecanjem, drenažnom vodom, erozijom tla, a ponekad i izravnim unosom (npr. razbacivanje mineralnih gnojiva uz rubove vodotoka). Koliko će hraniva završiti u površinskoj ili podzemnoj vodi, ovisi o nizu čimbenika. Prije svega o vrsti, količini, načinu i vremenu primjene mineralnih gnojiva. Nadalje, o vrsti tla (pjeskovito tlo ima veći gubitak hraniva nego teža tla ilovače i gline), količini oborina, uzgajanoj kulturi, odnosno gustoći vegetacije koja pokriva tlo: gubitak hraniva okopavinama je veći nego na travnjacima gustoga vegetacijskog pokrova i korjenove mreže.

Gnoj životinjskog podrijetla vodu može onečistiti prvenstveno hranivima, ali ponekad i patogenim mikroorganizmima. Naročito su problematična tekuća i polutekuća gnojiva. Za razliku od krutog stajskog gnoja, ova su bogata lako razgradivim oblicima dušika i brzo prodiru u dublje slojeve tla (naročito kod tla lakše strukture, poput pijeska i sl.). Unos hraniva u vodu gnojem životinjskog podrijetla naročito je naglašen pri nemarnom gospodarenju. Životinjski gnoj u površinskoj vodi završava i otjecanjem iz stočnih nastambi, odnosno s gnojišta. Nažalost, ima i primjera njegova namjernog izravnog unosa u površinske vode. Ovo je najčešće slučaj na gospodarstvima s velikim brojem stoke, a malo poljodjelskih površina.

U sredstva za zaštitu bilja (pesticide), ubrajamo veliku skupinu, većinom sintetički proizvedenih pripravaka koji se koriste u zaštiti bilja od nametnika (insekticidi, i dr.), biljnih bolesti (fungicidi), te suzbijanju korova (herbicidi). Ovisno o njihovoj konzistenciji, topivosti u vodi, vremenu razgradnje i nekim drugim značajkama, sredstva za zaštitu bilja (pesticidi) mogu završiti u površinskoj (površinsko otjecanje, erozija) ili podzemnoj vodi (ispiranje). Do onečišćenja vode može doći i zbog neodgovornog ispiranja prskalica za zaštitu bilja, zakopavanjem, odnosno bacanjem u vodu ambalaže ili preparata kojima je istekao rok trajnosti.

Do onečišćenja voda na poljoprivrednom gospodarstvu može doći i samom vodom od pranja stočnih farmi (Znaor i Karoglan-Todorović, 2011.).

### **3.1. Nitratna direktiva**

Nitrata direktiva (Council Directive 91/676/EEC) iz 1991.g. propis je Europske unije koji se odnosi na zaštitu voda od onečišćenja nitratima iz poljoprivrednih izvora. Direktiva traži od zemalja članica Europske unije da definiraju područja koja su osjetljiva na onečišćenje voda nitratima iz poljoprivrede, te da osmisle i primijene operativne programe sprječavanja takvih onečišćenja.

Nedovoljna i prekomjerna primjena dušika u gnojidbi poljoprivrednih kultura i hranidbi domaćih životinja imaju negativne posljedice. Prekomjerna primjena dušika uzrokuje gubitak i onečišćenje okoliša (tla, vode i zraka), a nedovoljna opskrba umanjuje ekonomske učinke proizvodnje. U procesu kruženja dušika on se neizbježno gubi, no pravilnim gospodarenjem ti se gubici trebaju svesti na najmanju moguću mjeru. Zbog zaštite od onečišćenja odlučujuću ulogu ima opterećenje poljoprivrednih površina brojem životinja. Pravilnik o dobroj poljoprivrednoj praksi u korištenju gnojiva propisuje opterećenje poljoprivrednih površina brojem životinja posredno, odnosno propisuje najveću količinu čistog dušika iz organskog gnojiva kojom se godišnje može gnojiti poljoprivredna površina. U početnom četverogodišnjem razdoblju najveća dopuštena količina unosa čistog dušika putem organskog gnojiva iznosi 210 kg N/ha godišnje. Nakon isteka početnog četverogodišnjeg razdoblja uvodi se trajno ograničenje najveće dopuštene količine unosa čistog dušika organskog gnojiva koja iznosi 170 kg N/ha godišnje (Katalinić i sur., (2009.).

Direktiva o nitratima zahtijeva od zemalja članica EU-a da je provedu u pet koraka, koji se sastoji od:

1. određivanja onečišćenih, odnosno voda kojima prijeti onečišćenje nitratima,
2. određivanje područja (zona) ranjivih na nitrate na kojima treba ograničiti uporabu dušičnih gnojiva,
3. izrade načela dobre poljoprivredne prakse, čija je primjena u područjima ranjivima na nitrate obvezna, a u ostalim područjima preporučljiva,
4. izrade plana djelovanja unutar područja ranjivih na nitrate, te

5. izrade nacionalnog programa praćenja (monitoringa) koncentracije nitrata i eutrofikacije voda, te vrednovanje učinka primijenjenih mjera i izvještavanja o uspješnosti njihove provedbe.

Direktiva propisuje uvjete primjene gnoja životinjskog podrijetla, način i trajanje njegova skladištenja, vrijeme i način primjene i sl. Njome su također određena i razdoblja za vrijeme kojih je zabranjena uporaba pojedinih vrsta gnojiva, te uvjeti i način skladištenja gnoja životinjskog podrijetla. Stajski gnoj je potrebno skladištiti u vodenopropusnim bazenima, a minimalno vrijeme skladištenja obično traje oko 6 mjeseci. No u pogledu toga postoje razlike u pojedinim državama-članicama, odnosno njihovim regijama, što ovisi ponajprije o klimatskim i pedološkim uvjetima, te uzgajanim kulturama. Direktiva o nitratima također ograničava i uporabu dušičnih mineralnih gnojiva. Njih je dopušteno koristiti samo u količini koja čini razliku između, s jedne strane potrebe uzgajane kulture za dušikom da bi se ostvario određeni prinos, i s druge strane, dušika koji će joj biti dostupan putem životinjskog gnoja i mineralizacije organske tvari u tlu. Svaki poljoprivredni proizvođač, čije se gospodarstvo nalazi u području koje je proglašeno ranjivim na nitrata, mora poštivati zahtjeve koje proizlaze iz Direktive o nitratima.

Za ostale proizvođače, odredbe Direktive o nitratima nisu obveza, već preporuka koje se mnogi proizvođači drže iz etičkih i/ili ekonomskih razloga (racionalno gospodarenje gnojivima donosi znatne uštede). Zabranjene, preporučene i obvezne mjere koje proizvođači trebaju poduzeti, osim Načelima dobre poljoprivredne prakse, definirane su i Planom djelovanja koje zemlje-članice propisuju za svako pojedino, odnosno za skupine područja ranjivih na nitrata. Plan djelovanja određuje razdoblja za vrijeme kojih je zabranjena uporaba pojedinih vrsta gnojiva, te uvjete i način skladištenja gnoja životinjskog podrijetla, kao i maksimalne količine dušika koje je moguće dodati putem mineralnih gnojiva. Uvođenje strožih zahtjeva u gospodarenju dušikom ponukalo je mnoge proizvođače na izračun tzv. bilance dušika. Riječ je o metodi pomoću koje možemo procijeniti učinkovitost dušika na poljoprivrednim tlima i stupanj njegova pritiska na okoliš, uključujući i vode. Bilanca dušika je razlika između količine N koji je tijekom godine unesen u tlo i količine N koji je s poljoprivrednog tla iznesen biljnom masom. Unos uključuje sav N dodan u tlo putem mineralnih gnojiva, organskoga gnoja (životinjski i ostali), biološke fiksacije, atmosferske depozicije i genetskog materijala (sjeme, gomolji i sadnice). Iznos podrazumijeva sav N sadržan u požnjevenim, pobranim, pokošenim poljoprivrednim kulturama. U intenzivnoj poljoprivredi biljke iskoriste svega 40-ak % dušika unesenog u tlo. Ostatak odlazi u zrak, tlo i

vodu. Što je veća neiskoristivost viška dušika, veća je i opasnost da on završi u zraku i vodi. Stoga je visoka bilanca dušika nepoželjna kako s ekološkog, tako i s ekonomskog stajališta (ukazuje na iskoristivost skupih mineralnih i organskih gnojiva), (Znaor i Karoglan-Todorović, 2011.).

U smislu primjene Nitratne direktive potrebno je osmisliti i primijeniti operativne programe sprječavanja onečišćavanja. U poljoprivredi treba povećati primjenu ekološki prihvatljive poljoprivredne prakse s ciljem smanjenja ispuštanja nitrata u površinske i podzemne vode, te primjenom kodeksa Dobre poljoprivredne prakse (Šoštarić i Marković, 2011.).

### **3.2. Sprječavanje onečišćenja voda nitratima iz stajskog gnoja**

Potencijalno velik izvor onečišćenja površinskih i podzemnih voda jest ispiranje nitrata iz stajskog gnoja. To se prije svega odnosi na područja s vrlo intenzivnim uzgojem u kojima je velika gustoća stočarskih farmi, odnosno veliko opterećenje poljoprivrednih površina brojem životinja. Potrebno je provoditi mjere i postupke dobrog gospodarenja stajskim gnojem, da bi se omogućio razvoj stočarske proizvodnje bez štetnog utjecaja na okoliš. Takav okolišni pristup gospodarenju u poljoprivredi stvara pozitivne rezultate u drugim privrednim djelatnostima, turističkim sadržajima i široj zajednici, uz vrlo izravno djelovanje i poboljšanje plodnosti poljoprivrednih površina u cjelini.

Onečišćenje površinskih voda (stajaćih i tekućih) nitratima vidljivo je po bujanju nižeg vodenog bilja (algi), pa i drugog (višeg) vodenog bilja, a ta se pojava naziva eutrofikacija. Ispiranje nitrata u podzemne vode koje dospiju u pitku vodu izravno šteti zdravlju ljudi. Ispiranjem nitrata iz stajskog gnoja događa se višestruka šteta, ugrožava se zdravlje ljudi i okoliš, a gubi se vrijedan izvor dušika kojega bi poljoprivredne kulture mogle iskoristiti, a ovako se mora nadomjestiti sve skupljim mineralnim gnojivima.

Unašim klimatskim uvjetima opasnosti od ispiranja nitrata iz površinskog sloja tla su najveće tijekom jeseni i zime. Prema direktivi o nitratima (Nitrate directive- 91/676/EEC), potrebno je provoditi trajni monitoring kakvoće podzemnih voda, posebice za dušik podrijetlom iz poljoprivrede (Petošić i sur., 2011.).

Nusproizvodi koji nastaju u poljoprivredi, posebice u stočarstvu mogu ugrožavati životnu sredinu. Prekomjernom uporabom stajskog gnojiva i njegovom intenzivnom mineralizacijom u tlu utječe se na povećanje sadržaja nitrata u biljkama, površinskim i podzemnim vodama. Stajski gnoj sadrži i razne patogene organizme. U jednom mililitru tekućeg stajskog gnoja



nalazi se više milijuna bakterija. Najveća opasnost od patogenih organizama je zaraza pašnjaka *Salmonellom*, kao posljedica gnojidbe goveđim stajskim gnojem porijeklom od zaraženih životinja. Stajski gnoj zaraženih životinja opasan je za okolinu, stoga bi ga trebalo na posebnom mjestu i na poseban način nekonvencionalno tretirati i uništiti. Stajski gnoj onečišćuje zrak amonijakom (Sekulić i sur., 2003.).

Infekcija tla podrazumijeva infekciju tla patogenim mikroorganizmima do koje dolazi primjenom svježe gnojovke sa stočnih farma gdje ima bolesti (virus slinavke i šapa u gnojovki mogu preživjeti do 103 dana, afričke svinjske kuge 160 dana, salmonelle iz gnojovke do 10 mjeseci), (Šoštarić i Marković, 2011.).



Slika 6. Skladištenje stajskog gnoja (Znaor i Karoglan-Todorović, 2011.).

Spremnici za stajski gnoj grade se prije svega zbog sprječavanja onečišćenja podzemnih i površinskih voda, te zbog očuvanja hranjivih vrijednosti stajskog gnoja. Spremnike treba graditi vrlo pažljivo jer moraju biti nepropusni, onemogućavati izlivanje, ispiranje ili otjecanje stajskog gnoja u okoliš pa su velika investicija na gospodarstvima.



Slika 7. Spremnik za stajski gnoj (Znaor i Karoglan-Todorović, 2011.).



Slika 8. Skladištenje stajskog gnoja (Katalinić i sur., 2009.).



Slika 9. Zimska raspodjela krutog stajskog gnoja na travnjake može zagaditi vodu i zrak (Katalinić i sur., 2009.).



Slika 10. Travnjak na kojem je tijekom ljeta injektirana gnojovka (Katalinić i sur., 2009.).

Posebno je rizična primjena tekućih stajskih gnojiva, gnojovke i gnojnice koje uvelike mogu onečistiti vode, stoga gnojidba stajskim gnojem nije dopuštena:

- na područjima izloženim velikom riziku od zagađenja,
- na tlima zasićenim vodom,
- na tlima koja su prekrivena snježnim prekrivačem,
- na zamrznutim tlima, te plavnim tlima,
- u proizvodnji povrća, jagodastog voća i ljekovitog bilja, unutar 30 dana prije zriobe i berbe,
- pomiješane s otpadnim muljem ili kompostom od otpadnog mulja
- s poljoprivrednih gospodarstava na kojima su utvrđene bolesti s uzročnicima otpornim na uvjete u gnojnoj jami,
- na nepoljoprivrednim tlima.

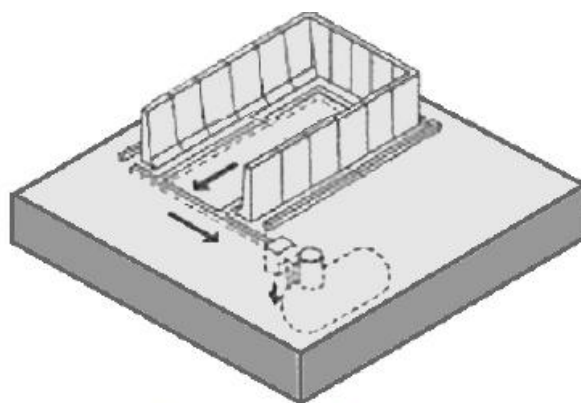
Primjena gnojnice i gnojovke nije dopuštena:

- na 100 do 200 m udaljenosti od vodocrpilišta,
- na 25 m udaljenosti od bunara,
- na 20 m udaljenosti od jezera,
- na 5 m udaljenosti od ostalih vodenih tokova,
- na nagnutim terenima gdje se slijevaju s površine,
- na nagnutim terenima uz vodotoke, s nagibom većim od 10 % na udaljenosti manjoj od 10 m od vodenih tokova.

Na područjima zona sanitarne zaštite i drugih ležišta voda koja se koriste ili su namijenjena za javnu vodoopskrbu gnojdba poljoprivrednog zemljišta provodi se prema propisima koji uređuju zaštitu voda.

### **3.3. Onečišćenje vodotokova otpadnim vodama iz silosa i silaže**

Vrlo je opasno ukoliko u vodu dospije i iscjedak iz silažnih jama, budući da je za njegovu razgradnju potrebna ogromna količina kisika koji onda ponestane vodenim organizmima. Silažni sok može biti opasan izvor zagađenja vode. Zato se pri spremanju silaže treba pridržavati mjera dobre poljoprivredne prakse. Silažni sok sadrži veliku količinu hraniva. Istjecanje silažnog soka u vodotoke omogućava naglo razmnožavanje i rast mikroorganizama. Previsok broj mikroorganizama u vodi troši kisik. Pomanjkanje kisika rezultira odumiranjem biljaka i vodenih životinja. U tome je silažni sok dva do tri puta opasniji zagađivač od gnojovke. Pravilno izgrađenim silosima sprječava se otok silažnog soka u vodotoke. Armirana temeljna ploča i zidovi moraju biti nepropusni za tekućinu i otporni na koroziju. Unutar silosa poželjno je imati drenove za odvod silažnog soka.



***Pravilno izgrađen silos***

Slika 11. Pravilno izgrađen silos (Katalinić i sur., 2009.)



Slika 12. Pravilno izgrađeni silosi sprječavaju cijeđenje silažnog soka u vodotoke (Katalinić i sur., 2009.)



Slika 13. Silažne hrpe bez jame za skupljanje silažnog soka, opasnost su za vodotoke (Katalinić i sur., 2009.)

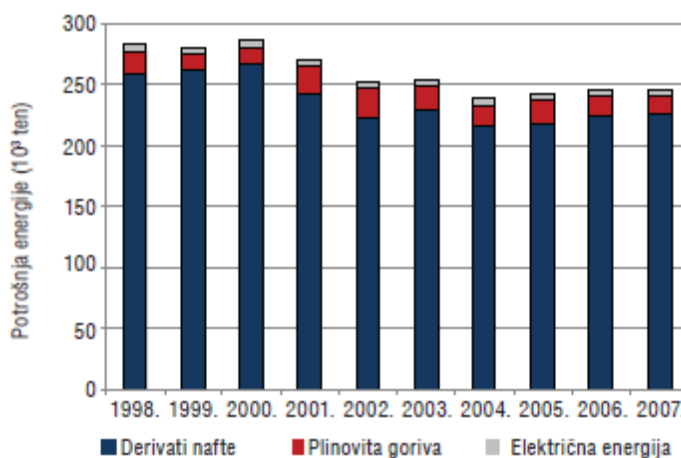


Slika 14. Skladištene bale moraju biti udaljene od vodotoka najmanje 10 m da bi se spriječilo zagađenje silažnim sokom (Katalinić i sur., 2009.)



### 3.4. Onečišćenje gorivima i mazivima iz poljoprivrede

Nemarom ili nepravilnim skladištenjem naftnih derivata, maziva i motornih ulja na poljoprivrednim gospodarstvima također može doći do onečišćenja vode. U ukupnoj energetske potrošnji poljoprivreda sudjeluje s oko 3,8%. Vidljivo je da je najveća potrošnja derivata nafte, slijedi potrošnja plinovitih goriva, a najmanje se troši električne energije (grafikon 4.).



Grafikon 4. Struktura potrošnje energije u poljoprivredi (Voća, 2012.)

Izlijevanje ulja i goriva na poljoprivrednim gospodarstvima uzrokuje mnoga onečišćenja svake godine, a namjerna ili slučajna onečišćenja uzrokovana motornim vozilima i poljoprivrednom mehanizacijom dio su svakodnevice. Obiteljska poljoprivredna gospodarstva imaju spremnike za čuvanje pogonskoga goriva koje koriste za pogonske strojeve, grijanje gospodarskih i stambenih objekata, kao i za sušenje poljoprivrednih proizvoda, stoga je važno da goriva čuvaju i upotrebljavaju oprezno da bi smanjili mogućnost onečišćenja.



Slika 15. Spremnik za gorivo (Katalinić i sur., 2009.).

Postupanje s otpadnim gorivom:

- otpadno gorivo se ne smije odlagati u odvodne kanale, kanalizaciju i vodotoke jer će se time onečistiti voda i okoliš,
- otpadna goriva koja se ne mogu upotrijebiti moraju se odlagati u za to namijenjene sabirne centre.

Otpadna maziva ulja iz poljoprivredne proizvodnje opasan su otpad i nepravilnim odlaganjem otpadnih ulja zagađujemo okoliš. Koncentracijom od samo 1-2 mg/l vode, voda postaje nepitka (štetna za zdravlje).

Pravilnikom o gospodarenju otpadnim uljima (N.N. 178/04 i 111/06), i Uredbom o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada (N.N. 50/05) uređuje se način gospodarenja otpadnim uljima, kojemu je cilj uspostavljanje sustava skupljanja otpadnih ulja radi uporabe i/ili zbrinjavanja zaštite i okoliša i zdravlja ljudi. Mineralna maziva teško su razgradiva i jako nepovoljno utječu na zagađenje okoliša (1 l mineralnog ulja može zagađiti jedan milijun litara vode). Dobro održavani traktori, kombajni i ostali strojevi osnova su čistijeg okoliša. Mehanizaciju moramo redovito održavati da bismo smanjili neželjeno ispuštanje ulja i tako spriječili onečišćenje tla i vodotoka (Katalinić i sur., (2009.)

#### 4. UTJECAJ POLJOPRIVREDNIH AKTIVNOSTI NA KVALITETU ZRAKA

Poljoprivreda je jedan od izvora zagađenja zraka. Neugodni mirisi, emisija amonijaka, zagađenje dimom i staklenički plinovi najčešći su uzroci sukoba između poljoprivrednika i okoline. Dobrom poljoprivrednom praksom i tehnološkim rješenjima nesuglasice se mogu znatno smanjiti ili potpuno izbjeći.

Od 2004. g. emisije amonijaka u znatnom su padu, za čak 13% što je posljedica smanjenja broja životinja (uvjetnih grla) u promatranom razdoblju. Onečišćenje sulfatima, nitratima i amonijevim ionima u oborinama održava se posljednjih deset godina na približno istoj razini, čime je stabiliziran višegodišnji opadajući trend zakiseljavajućeg i eutrofikacijskog onečišćenja. Kakvoća oborine je najlošija u istočnoj Hrvatskoj, što je vezano uz emisije amonijaka iz poljoprivrednog sektora (Voća, 2012.).



Slika 16. Što je putanja mlaza kod raspršivanja manja, akapljice gnoja veće, širenje neugodnog mirisa je manje (Katalinić i sur., 2009.)

Neugodni mirisi posljedica su ispuštanja onečišćujućih tvari u zrak. Neugodni mirisi iz poljoprivrede ne mogu se potpuno izbjeći, ali se mogu smanjiti primjenom najboljih dostupnih/raspoloživih tehnologija, dobrom poljoprivrednom praksom i odgovarajućim sustavom kontrole. Najveći izvor neugodnih mirisa u poljoprivredi jest stočarstvo.





Slika 17. Lepezasti rasprskivač tijekom primjene gnojiva uzrokuje snažno širenje neugodnog mirisa (Katalinić i sur., 2009.)



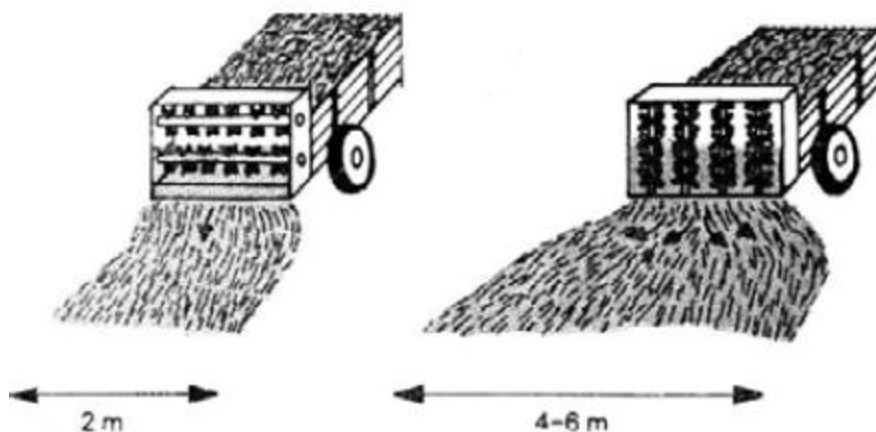
Slika 18. Uporabom ulagača (injektora) neugodni miris smanjuje se od 55-85% (Katalinić i sur., 2009.)

Najproblematičnije se peradarske, svinjogojske i govedarske farme. Širenje neugodnog mirisa pri rasprostiranju krutog i tekućeg gnojiva po zemljištu uzrok je više od polovice svih nesuglasica vezanih za neugodne mirise iz poljoprivrede. Miris razasutog gnojiva i gnojnice može se osjetiti daleko od polja, ovisno o vrsti gnojiva, vremenu i načinu primjene. U postupku i nakon primjene organskoga gnojiva, razina štetnih emisija u zraku ovisi o podrijetlu gnojiva s obzirom na vrstu životinja, sazrijevanje, način spremanja itd. Gnoj koji se dobije iz intenzivne peradarske, svinjogojske i govedarske proizvodnje ima najneugodniji miris. Ocijeđeni sadržaj silaže ili otpadno mlijeko u gnojju pojačava neugodne mirise. Jačina onečišćenja zraka ovisi o načinu i trajanju čuvanja gnojiva te o tehnološkom postupku, postrojenju i brzini primjene gnojja.



Slika 19. O načinu primjene krutog stajskog gnoja ovisi intenzitet neugodnog mirisa(Katalinić i sur., 2009.)

Općenito možemo reći da je najveća emisija neugodnih mirisa tijekom razbacivanja tekućeg gnoja preko standardnog lepezastog raspršivača. Koncentracija neugodnih mirisa u vrijeme raspršivanja može biti 15 i više puta veća nego nakon raspršivanja. Idućih 8-12 sati koncentracija neugodnih mirisa u zraku još je uvijek dovoljno visoka i može nepovoljno djelovati na okoliš.



Slika 20. Što je širina razastiranja manja, manja je emisija amonijaka i neugodnog mirisa (Katalinić i sur., 2009.).

Praćenjem i pravovremenim odabirom povoljnih vremenskih uvjeta za primjenu gnojiva na proizvodnim površinama spušta se razina neugodnog mirisa na mjeru prihvatljiviju za okoliš. Najbolji uvjeti vladaju kada se zrak miješa visoko iznad tla, tj. kada su tipični sunčani i vjetroviti dani s oblačnim i vjetrovitim noćima. Opisani uvjeti omogućavaju veliku izmjenu

zraka i brzo smanjenje koncentracije onečišćujućih tvari koje uzrokuju neugodne mirise. Neposredno prije transporta i primjene treba provjeriti smjer vjetra da bi se spriječio prijenos onečišćenog zraka i neugodnih mirisa u smjeru naselja. Preporuča se rabiti rasprskivače s manjim kutom raspršivanja i krupnim kapljicama. Nije preporučljivo raspršivanje stajskoga gnoja u blizini kuća i u vrijeme vikenda. Dobro je položiti gnojnicu i gnojovku u trake na površinu tla ili još bolje ulagačima (injektorima) u tlo. Organska gnojiva primijenjena na tlu bez vegetacijskoga pokrova treba što je moguće brže unijeti u tlo oranjem ili kultivacijom. Na transportnim sredstvima prije upotrebe i izlaska na cestu treba provjeriti ispravnost brtvi na ventilima i izvana očistiti moguće nečistoće (gnojivo, blato, itd.). Uređaji koji površinski polažu gnojivo u trake pomoću niza raspodjeljivača, smanjuju neugodne mirise za 55-60 % u odnosu na standardni lepezasti rasprskivač. Otvoreni kanali s injektiranom gnojnicom smanjuju neugodne mirise za 55-60%. Dubljim injektiranjem ulagačima jačina neugodnih mirisa smanjuje se i do 85% u odnosu na standardno raspršivanje.

Smanjivanjem površine gnoja koji je u doticaju sa zrakom smanjuje se gubitak amonijaka, a time i neugodan miris. Kruti stajski gnoj, gnojnica i gnojovka odlažu se ovisno o načinu držanja životinja. Spremanje gnojiva može biti izvan ili unutar objekata koje gradimo radi smanjenja emisija štetnih plinova (amonijaka) i onečišćenja voda.



Slika 21. Skladištenje stajskog gnoja (Katalinić i sur., 2009.)

Smanjenje onečišćenja zraka postiže se podešavanjem trenutka pražnjenja spremnika i primjene gnojiva prema vremenskim prilikama i pravcu vjetra. Zbog moguće jače onečišćenosti zraka, preporučuje se da se gnojovki ne dodaju otpadno mlijeko, sirutka i silažni sok.



Slika 22. Odvajanjem masti i kemijskim tretiranjem vode onečišćene kiselinama i lužinama iz izmuzišta znatno se smanjuje jačina onečišćenja zraka iz sustava uzgoja (Katalinić i sur., 2009.)

#### **4.1. Ispuštanje amonijaka**

Poljoprivreda, a osobito uzgoj životinja, sigurno je najveći izvor štetnih emisija amonijaka. Mjere smanjenja emisije amonijaka iste su kao i mjere smanjenja neugodnog mirisa. Amonijak nastaje razgradnjom mineralnih gnojiva, osobito ureje, životinjskoga gnojiva i gnojnice ili mokraćne kiseline gnojiva peradi. Emisija amonijaka predstavlja gospodarsku štetu jer u zraku nekontrolirano gube velike količine dušika koje bi mogle biti učinkovitije korištene u razvoju biljne proizvodnje i proizvodnje obnovljivih izvora energije. Izvori amonijaka sustavi su za uzgoj životinja, gdje se akumulira gnoj, spremišta gnojiva i gnojnice, te samo raspršivanje gnojiva u polju.

#### 4.2. Zagađenje dimom

Zrak se može zagađiti crnim dimom koji može potjecati od spaljivanja agrikulturnog i hortikulturnog otpada, te spaljivanja raznog smeća nastalog na gospodarstvu (plastike, guma, papira itd.). Zbrinjavanje otpada regulirano je Zakonom o otpadu (N. N. 178/04).

Pri spaljivanju žetvenih ostataka, u atmosferu osim ugljika odlaze i drugi biogeni elementi kao što su dušik i sumpor. Sagorijevanjem žetvenih ostataka troši se značajna količina kisika i istovremeno onečišćuje okolina dimom i pepelom i uništava korisna fauna (Sekulić i sur., 2003.).

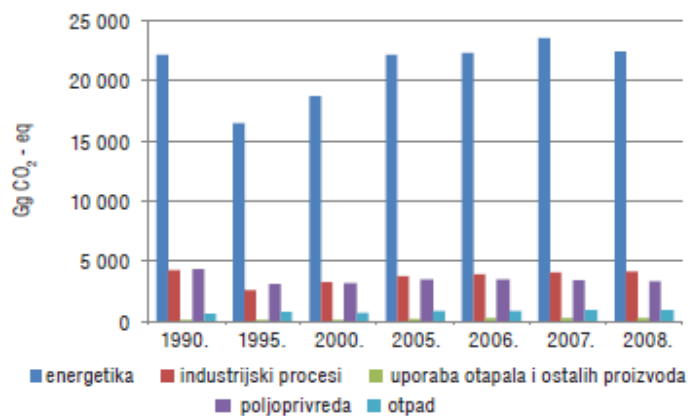


Slika 23. Spaljivanjem agrikulturnog i hortikulturnog otpada zagađuje se zrak (Katalinić i sur., 2009.).



### 4.3. Staklenički plinovi

Najveći izvor emisija stakleničkih plinova u RH (grafikon 5.) su energetika (oko 72%), industrijski procesi (13%), poljoprivreda (oko 11%), otpad (oko 3%), te sektor uporaba otapala i ostalih proizvoda (manje od 1%), (Voća, 2012.).



Grafikon 5. Trend emisija stakleničkih plinova po sektorima (Voća, 2012.)

Metan, ugljični dioksid, dušikov oksid i freoni poznati su kao tzv. staklenički plinovi koji uzrokuju globalno zatopljenje. Poznato je da oko 50 % metana potječe iz poljoprivrede koja također znatno utječe na zagađenje zraka dušikovim oksidom. Metan se pojavljuje kao produkt metabolizma na stočarskim farmama, osobito farmama preživača. Manja količina metana oslobađa se radom bakterija prilikom razgradnje gnoja i gnojovke. Mliječne krave emitiraju najviše metana. Promjena hranidbe slabo utječe na smanjenje emisije metana.

Kontroliranom anaerobnom fermentacijom organskoga gnojiva u digestorima oslobođeni metan može se koristiti kao bioplin na farmi. U poljoprivredi su veće mogućnosti za smanjenje emisije dušikovoga oksida nego metana. Osobito je važno smanjiti oslobađanje dušikovih oksida iz tla i organskih gnojiva. Jedina metoda usmjerena na smanjenje oslobađanja oksida iz tla jest upotreba mineralnih i organskih gnojiva usklađena s realnom biljnom potrošnjom, tako da su gubici minimalni. Emisija dušikova oksida iz previše vlažnog zemljišta može se smanjiti poboljšanjem vodo-zračnog režima tla, npr. drenažom. Nepoželjnu emisiju ugljikova dioksida iz poljoprivrede treba što više smanjiti.

Ostale preporučene mjere radi izravnog i neizravnog smanjenja emisije stakleničkih plinova:

- koristiti što više obnovljive izvore energije za zagrijavanje, kao što su: bioplin, slama, solarna energija, energija vjetra i vode,

- smanjiti gubitak topline zgrada primjenom dobre toplinske izolacije i efikasne ventilacije,
- održavati motore prema proizvođačkim specifikacijama radi optimalnog izgaranja,
- izbjegavati nepotrebne prohode pri kultivaciji i koristiti prikladnu mehanizaciju za zadatke za koje se koristi, koristiti traktore najmanje snage za određene poslove,
- na gospodarstvu redovito održavati opremu za hlađenje zbog sprječavanja gubitka rashladnih plinova-freona (Katalinić i sur., 2009.).

Mjere za smanjenje emisije stakleničkih plinova u sektoru poljoprivrede obuhvaćaju:

- uskladištenje ugljika u poljoprivrednim tlima,
- poboljšanje u primjeni organskih i mineralnih gnojiva u svrhu smanjenja emisije didušik oksida,
- smanjenje emisije uslijed smanjenja unutrašnje fermentacije,
- anaerobna fermentacija povezana sa razgradnjom organskih gnojiva i proizvodnja bioplina (Mesić i Parlov-Fijan, 2006.).

Poljoprivreda je izvor značajnih emisija u zrak. Od onečišćujućih tvari, poljoprivredna proizvodnja emitira sumporne i dušikove okside, nemetanske hlapljive organske spojeve, lebdeće čestice i naročito amonijak. Sumporni oksidi, nemetanski hlapljivi organski spojevi i lebdeće čestice se stvaraju prilikom izgaranja goriva poljoprivredne mehanizacije. Izgaranje goriva najveći je izvor emisije i dušikovih oksida, koji nastaju i uslijed korištenja dušičnih mineralnih gnojiva. Do emisije amonijaka dolazi uslijed volatizacije iz stajskog gnoja, dušičnih mineralnih gnojiva, leguminoznih biljaka, te izmeta i urina s pašnjaka. Poljoprivreda je gotovo svugdje najveći pojedinačni izvor emisije amonijaka. Prema podacima Agencije za zaštitu okoliša, u Hrvatskoj čak 94% emisija amonijaka potječe iz poljoprivrede. U ukupnoj emisiji onečišćujućih tvari u zrak poljoprivreda sudjeluje s oko 35% (izraženo u tzv. kiselinskom ekvivalentu).

Poljoprivredna proizvodnja nije značajan izvor emisije ugljik dioksida, koji nastaje uslijed izgaranja goriva koje koristi poljoprivredna mehanizacija. No vrlo je značajan izvor emisije metana i didušikovitog oksida. Metan nastaje pri uzgoju stoke i manipulaciji stajskim gnojem. Najveći izvor emisija didušikovitog oksida su dušična mineralna gnojiva, ali emisiji doprinose i skladištenje gnoja, te razgradnja biljnih i ostataka stajskog gnoja u tlu. U Hrvatskoj čak 70% didušikova oksida i 26% emisija metana potječe iz poljoprivrede. Poljoprivredna proizvodnja sudjeluje s oko 10,5% u ukupnoj emisiji stakleničkih plinova RH (izraženo na osnovu

ekvivalenta ugljik dioksida). No udio poljoprivrede i industrije poljoprivrednih inputa, te uz njih vezane energetike i usluga čini 17% ukupnih emisija stakleničkih plinova RH. Ukoliko se ovome pribroje i emisije „nizvodno“ od poljoprivrednog gospodarstva: prijevoz poljoprivrednih proizvoda do prerađivačkih pogona, njihova prerada, skladištenje, prijevoz do distributivnih centara i trgovine na malo, te emisije koje nastaju uslijed prijevoza potrošača do trgovine, te prijevoza hrane do mjesta stanovanja i njene pripreme u domaćinstvima ukupne emisije vezane uz hranu dosežu četvrtinu ukupnih emisija stakleničkih plinova RH.



## **5. ZAKLJUČAK**

Poljoprivredna proizvodnja usko je povezana s prirodnim resursima i okolišem te stoga svojim aktivnostima neminovno utječe na stanje i kvalitetu tla, vode i zraka. Međutim, savjesnim pristupom uz poštivanje pravila koje nalaže struka negativni utjecaj poljoprivrednih aktivnosti moguće je svesti na najmanju razinu. Za to je potrebna stručnost, te osposobljenost poljoprivrednih proizvođača, jednako kao i upoznatost sa postojećim pravilnicima o zaštiti okoliša na temelju kojih bi prilagodili poljoprivrednu proizvodnju, te aktivno i savjesno pristupili zaštiti okoliša. Prema dosadašnjim objavljenim i dostupnim podacima, u Republici Hrvatskoj osjetan je pozitivan pomak prema održivom razvoju poljoprivrede putem provedbe različitih Strategija i pravilnika što vodi ka očuvanju prirodnih resursa. Današnja poljoprivredna proizvodnja nalazi se između neminovne primjene pesticida i ostalih kemijskih sredstava bez kojih je nemoguće zadovoljiti narasle potrebe u prehrani stanovništva s jedne strane i ekoloških posljedica, te primjene s druge strane. Pomirenje tih suprotnosti je izazov kojeg znanost i praksa našeg vremena mora riješiti.

## 6. LITERATURA

1. Antolović A., Mesić H.(2005.): Tlo, kopneni okoliš, poljoprivredno okolišni indikatori Republike Hrvatske.
2. Agencija za zaštitu okoliša, AZO (2005.): Izvješće o stanju okoliša Republike Hrvatske, 2005.
3. Agencija za zaštitu okoliša, AZO (2007.): Izvješće o stanju okoliša Republike Hrvatske, 2007.
4. Bensa A., Sever Štrukl Z., Rubinić V., Ninčević T. (2010.): Ispiranje nitrata pri gnojidbi kukuruza različitim dozama dušika. Proceedings . 47th Croatian and 7th International Symposium on Agriculture, Opatija, Croatia, 35–39.
5. Di H.J., Cameron K.C.(2002.): Nitrogenleachingfromnitrogen-fertilized and manuredcornmeasuredfrom zero-tensionpane lysimeter. NutrientCyclinginAgroecosystems, 124:1-9.
6. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske (2013.): Statistički ljetopis Republike Hrvatske, 2013.
7. Đikić D., Glavač H., Glavač V., Hršak V., Jelavić V., Njegač D., Simončić V., Springer O., Tomašković I., Vojvodić V. (2001.): Ekološki leksikon.
8. Fanuko N. (2005.): Ekologija, Poreč-Rijeka.
9. Josipović M., Sudarić A., Liović I., Šoštarić J., Marković M., Plavšić H. (2011.): Urod soje (*Glycine May (L.) merr.*) i ispiranje dušika u navodnjavanju i gnojidbi dušikom. Zbornik radova 5. hrvatska konferencija o vodama, 18. – 21. 05. 2011., Opatija. 917-928.
10. Jungić D., Husnjak S., Sraka M., Bensa A., Rubinić V. (2013.): MINERALNI DUŠIK U TLU I PROCJEDNOJ VODI U UVJETIMA INTENZIVNE RATARSKE PROIZVODNJE NA LOKACIJI VINOKOVŠČAK. Agronomski glasnik, 2-3/20136, 87-106.
11. Katalinić I., Krnić S., Brstilo M., Poljak F., Rakić M., Šošić-Buković A., Lukšić M., Pavlović D., Bičak L., Danjek I., Jukić I., Pejaković D., Zagorec D.(2009.): Načela dobre poljoprivredne prakse.
12. Mailhol J., Ruelle P., Nemeth I. (2001.): Impact of fertilisationpractices on nitrogenleachingunderirrigation. Irrigation Science, 20:139-147.
13. Marković M., Josipović M., Šoštarić J., Brkić I., Krizmanić G., Plavšić H. (2011.): Irrigation and N fertilizationimpact on maizeyield (*ZeaMays L.*) and nitrogenleaching. Zbornik radova 5. hrvatska konferencija o vodama, 18. – 21. 05. 2011., Opatija. 929-936.

14. Marković M., Šoštarić J., Japundžić-Palenkić B., Josipović M., Cerjan D. (2013): Nitrogenleachinginirrigated and N fertilizingconditions. Proceedings of 5th International Scientific and ExpertConference of the International TEAM Society. 4th – 6th November 2013. Prešov, Slovakia
15. Mesić M., Parlov Fijan S.(2006): Tehno-ekonomske smjernice za izradu sektorskih programa za smanjivanje emisija stakleničkih plinova.
16. Petošić D., Kovačević V., Mustać I., Filipović V., Dujlović D. (2011.): Utjecaj poljoprivrede na kakvoću procjednihvoda na području melioracijskog kanala za navodnjavanje Biđ-Bosutskog polja. Hrvatske vode, 78:241-250.
17. Petošić D., Mustać I., Filipović V., Stričević I. (2011.): Značajke međusobnog utjecaja kanala Dunav-Sava i poljoprivrede na agroekosustave. Proceedings. 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture. Opatija. Croatia, 41-50.
18. Rastovčan Mioč A. (2009.): Zaštita okoliša, Sisak.
19. Riley W.J., Ortiz-Monasterio I., Matson P.A. (2001.): Nitrogenleaching and soil nitrate, nitrite and amoniumlevesunderirrigatedwheatinNorden Mexico. NutrientCyclinginAgroecosystems, 61:223-236.
20. Sekulić P., Kastori R., Hadžić V. (2003.): Zaštita zemljišta od degradacije, Novi Sad.
21. Šimunić I. (2013.): Uređenje voda, Zagreb.
22. Šoštarić J., Madjar S., (2009.): Navodnjavanje poljoprivrednih kultura, Osijek
23. Šoštarić J., Marković M., (2011.): Zaštita tla i voda, Osijek
24. Šoštarić J., Marković M., Josipović M., Kovačević V., Iljkić D., TeodorovićR. (2011.): Utjecaj navodnjavanja, N gnojidbe, genotipa te interakcija ispitivanih čimbenika na urod zrna kukuruza. Zbornik radova sastanka meliorativaca „Melioracije 11“. 26. siječnja 2011. Novi Sad. pp. 115-121.
25. Timmons D. R., Dylla A.S. (1981.): NitrogenLeaching as InfluencedbyNitrogen Management and SupplementalIrrigationLevel. Journal of EnvironmentalQuality, 10:421-426.
26. Voća N. (2012.): Izvješće o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2005.-2008.
27. Znaor D., Karoglan-TodorovićS. (2011.): Priručnik za provođenje mjera zaštite okoliša na SAPARD i IPARD projektima za poljoprivredu i prehrambenu industriju.
28. [http://www.unizd.hr/portals/4/nastavni\\_mat/2\\_godina/zastita\\_ok/zastita\\_okolisa-predavanje\\_8.pdf](http://www.unizd.hr/portals/4/nastavni_mat/2_godina/zastita_ok/zastita_okolisa-predavanje_8.pdf)
29. [http://bib.irb.hr/datoteka/686398.T\\_Sofilic\\_ONECISCENJE\\_I\\_ZASTITA\\_TLA.pdf](http://bib.irb.hr/datoteka/686398.T_Sofilic_ONECISCENJE_I_ZASTITA_TLA.pdf)

30. <http://www.agroburza.hr/2010/01/stop-daljnjem-oneciscenju-okolisa-stajskim-i-mineralnim-gnojivima/>
31. <https://tkojetko.irb.hr/znanstvenikDetalji.php?sifznan=9381&podaci=projekti&sifprojekat=3221>

## **7. SAŽETAK**

Poljoprivredna proizvodnja onečišćuje tlo, vodu, zrak te doprinosi globalnom zatopljenju radi emisija štetnih plinova. Isto tako, radi sve većom potrebom za hranom uslijed porasta broja stanovništva poljoprivredna proizvodnja zauzima sve veće površine, te se uslijed intenziviranja proizvodnje koristi veća količina zaštitnih sredstava i mineralnih gnojiva. Kao posljedica intenziviranja proizvodnje javlja se veći pritisak poljoprivrede u pogledu onečišćenja tla, vode i zraka. U ovom diplomskom radu dat je prikaz štetnog djelovanja poljoprivrede na pojedine sastavnice okoliša, te su predložene moguće mjere očuvanja i popravaka kvalitete tla, vode i zraka.

## **8. SUMMARY**

Agricultural production pollutes the soil, water, air and contributes to global warming. Likewise, the rising demand for food due to population increase, agricultural production occupies larger areas. Further more, this maximizes the use of pesticides, herbicide and mineral fertilizers. As a result there is more pressure in terms of agricultural pollution of soil, water and air. This graduate thesis outlines the harmful effects of agriculture on the individual environmental components and proposed possible measures to conserve and repair the quality of soil, water and air.

## **9. PRILOZI**

### **9.1. Popis slika**

Slika 1. i 2. Oranjem u izrazito vlažnim i suhim uvjetima narušava se struktura tla

Slika 3. Kiselost tla

Slika 4. Onečišćujuće tvari u tlu

Slika 5. Zagađenje vode

Slika 6. Skladištenje stajskog gnoja

Slika 7. Spremnik za stajski gnoj

Slika 8. Skladištenje stajskog gnoja

Slika 9. Zimska raspodjela krutog stajskog gnoja na travnjake može zagađiti vodu i zrak

Slika 10. Travnjak na kojem je tijekom ljeta injektirana gnojovka

Slika 11. Pravilno izgrađen silos

Slika 12. Pravilno izgrađeni silosi sprječavaju cijedenje silažnog soka u vodotoke

Slika 13. Silažne hrpe bez jame za skupljanje silažnog soka, opasnost su za vodotoke

Slika 14. Skladištene bale moraju biti udaljene od vodotoka najmanje 10 m da bi se spriječilo zagađenje silažnim sokom

Slika 15. Spremnik za gorivo

Slika 16. Što je putanja mlaza kod raspršivanja manja, akapljice gnoja veće, širenje neugodnog mirisa je manje

Slika 17. Lepezasti rasprskivač tijekom primjene gnojiva uzrokuje snažno širenje neugodnog mirisa

Slika 18. Uporabom ulagača (injektora) neugodni miris smanjuje se od 55-85%

Slika 19. O načinu primjene krutog stajskog gnoja ovisi intenzitet neugodnog mirisa

Slika 20. Što je širina razastiranja manja, manja je emisija amonijaka i neugodnog mirisa

Slika 21. Skladištenje stajskog gnoja

Slika 22. Odvajanjem masti i kemijskim tretiranjem vode onečišćene kiselinama i lužinama iz izmuzišta znatno se smanjuje jačina onečišćenja zraka iz sustava uzgoja

Slika 23. Spaljivanjem agrikulturnog i hortikulturnog otpada zagađuje se zrak

## **9.2. Popis grafikona**

Grafikon 1. Potrošnja mineralnih gnojiva

Grafikon 2. Potrošnja aktivnih tvari mineralnih gnojiva

Grafikon 3. Proizvodnja organskih gnojiva

Grafikon 4. Struktura potrošnje energije u poljoprivredi

Grafikon 5. Trend emisija stakleničkih plinova po sektorima



Utjecaj poljoprivrednih aktivnosti na stanje okoliša

Pero Grgić

**Sažetak**

Poljoprivredna proizvodnja onečišćuje tlo, vodu, zrak, te doprinosi globalnom zatopljenju radi emisija štetnih plinova. Isto tako, radi sve većom potrebom za hranom uslijed porasta broja stanovništva poljoprivredna proizvodnja zauzima sve veće površine, te se uslijed intenziviranja proizvodnje koristi veća količina zaštitnih sredstava i mineralnih gnojiva. Kao posljedica intenziviranja proizvodnje javlja se veći pritisak poljoprivrede u pogledu onečišćenja tla, vode i zraka. U ovom diplomskom radu dat je prikaz štetnog djelovanja poljoprivrede na pojedine sastavnice okoliša, te su predložene moguće mjere očuvanja i popravaka kvalitete tla, vode i zraka.

**Rad je izrađen pri:** Poljoprivredni fakultet u Osijeku

**Mentor:** dr. sc. Monika Marković

**Broj stranica:** 47

**Broj grafikona i slika:** 28

**Broj tablica:** -

**Broj literaturnih navoda:** 31

**Broj priloga:** 2

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** poljoprivreda, onečišćenje, voda, tlo, zrak

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. prof. dr. sc. Jasna Šoštarić, predsjednik
2. dr. sc. Monika Marković, mentor
3. Vladimir Zebec dipl. ing. agr., član
4. doc. dr. sc. Irena Rapčan, zamjenski član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilištu u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d

**BASIC DOCUMENTATION CARD****Josip Juraj Strossmayer University of Osijek****Graduate thesis****Faculty of Agriculture****Graduate study Vegetable Growing and Floriculture**

Influence of activities in agricultural production on environment

Pero Grgić

**Abstract:**

Agricultural production pollutes the soil, water, air and contributes to global warming. Likewise, the rising demand for food due to population increase, agricultural production occupies larger areas. Furthermore, this maximizes the use of pesticides, herbicide and mineral fertilizers. As a result there is more pressure in terms of agricultural pollution of soil, water and air. This graduate thesis outlines the harmful effects of agriculture on the individual environmental components and proposed possible measures to conserve and repair the quality of soil, water and air.

**Thesis performed at:** Faculty of Agriculture in Osijek**Mentor:** PhD Monika Marković**Number of pages:** 47**Number of figures:** 28**Number of tables:** -**Number of references:** 31**Number of appendices:** 2**Original in:** Croatian**Key words:** agriculture, pollution, water, soil, air**Thesis defended on date:****Reviewers:**

1. PhD Jasna Šoštarić, Professor, Commission president
2. PhD Monika Marković, Mentor
3. MSc Vladimir Zebec, Member
4. PhD Irena Rapčan, Associate professor, Member

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d.